

えて亀裂を入れ、ガス抜きをする必要があることがわかる。しかし掘採によらず、人工的に炭層を擾乱させることは難しく、今後水力、発破等により炭層に擾乱を与える技術の開発を試みるのも、ガス突出防止の開発の前提となろう。

保護炭層の採掘は、上下盤中の炭層を採掘することにより、ガス突出しやすい炭層およびその上下盤の応力を解放する方法で、岩盤をより広い面積で放圧しようとするものである。保護炭層の採掘は、ガス突出のみならず山はねおよび岩石突出の防止にも最も優れた方法であるとされている。先に安全な炭層を掘ることにより、当該炭層のガスが散逸し、抜け去るといわれているが、むしろ放圧効果がガス突出の防止に有効に作用していると考えたい。

これらを勘案して、ガス突出が発生しやすい炭層の上下盤中に安全炭層がない場合、岩盤中で放圧する方法、すなわちガス突出が発生しやすい沿層坑道的位置から炭層に直角方向 5m 上部の岩盤中に坑道を先進し、沿層坑道を遅れて掘進し、大口径ボーリングよりも広い範囲の炭層を、上盤と同時に放圧しようとする方法が提唱され、試験されている。この方法がガス突出防止に有効であると認められれば、この応用として放圧坑道と類似の効果を持つ防止方法が考えられよう。例えばソ連で実施されているというスリットによる防止方法も類似の放圧方法であるといえる。

またゆるめボーリング等の防止対策を施工して、発破をすれば、発破は防止対策の効果を増加させるものと考えられる。

ともあれガス突出の発生原因が明確でない現状では、むしろガス突出の防止原理を地圧の解放に一元化して対策を考慮する方が、組織的なガス突出の防止が実施できるであろう。

5. ガス突出に対する防災対策

予防対策を実施しても、ガス突出が発生した場合を想定し、人災が避けられるように万全の対策を講じておく必要がある。一つの方法としてポーランドでは、切羽の手前に格子状に作られた防災格子と称される扉を設け、突出した時、ガスは逃すが放出物は

格子の抵抗によつてせき止め、突出を小規模に押える方法が実用化されている。さらに最近の事故にかんがみ、通気の独立分流、発破のかけ方およびガス突出の恐れがある切羽の隣接区域の作業の制限等、種々の対策が加えられている。またガス突出後の取り明け作業では、突出炭はもちろん、坑道の全周にわたって散水を行なう（界面活性剤を混入）対静電気対策も実施されている。

坑内外の連絡方式は、電話の他わが国では全部誘導無線方式が採用されているが、欧米ではページング方式が採用されている。両者の得失について検討が進められている。

6. む す び

本報告は、1971～1982年の間のガス突出に関する研究・対策の進展について述べた。

ガス突出の発生原因については、地圧の要素が大きな役割を演じていると考えられるようになり、種々の発生機構の仮説もかなり集約されてきているといえる。

予知方法については、AE および地震計による岩盤振動の計測が精力的に試験されているが、突出の発生を予測できる前兆と考えられるパターンについては、まだ模索中であり、岩石の破壊とAE等の関係の研究が進むことを期待したい。さらに炭層ガスの連続自動計測が押し進められつつある。

防止方法としては、岩盤の放圧による防止方法が提案され、試験中であり、これが有効であると判明した後、さらにより経済的な方法に発展することが期待される。

参 考 文 献

- 1) 小田：突出に関する展望と今後の課題，日鉱誌，昭和46年11月，(1971)
- 2) 小田：炭鉱における保安問題とその研究状況の概観，水曜会誌，昭和55年12月
- 3) ODA et al : On the Strata Disturbance and Gas Outbursts, XIX International Conference of Research Institutes in Safety in Mines.

A View of Researches on Gas Outbursts from 1971 to 1982

by Niheiji ODA

In this paper the outline of recent progress in researches of the cause, mechanism and prediction and prevention methods of gas outbursts is described.

It is presumed that the rock pressure caused by excavations play an important roll in the cause of gas outbursts. And a number of hypotheses for the cause and mechanism of gas outbursts are put in order simply.

For the prediction of gas outbursts, AE and rock tremors have been measured by accelerometers or seismometers earnestly. But the pattern for a symptom which can predict gas outbursts has been still in groping. It is expected that the relation between AE and the pattern of fracture of rock or coal will be studied in the future.

Moreover, gas concentration in the air near the face is being measured continuously by the automatic recorders at present.

For the prevention methods of gas outbursts, a method by removal of stress in roof strata is offered and tested in situ. If the above method is proved to be effective, the development of the more economical methods based on this method will be expected.

〔 4 - 3 〕 炭 壁 圧 出 対 策

倉 橋 徹¹

1. 緒 言

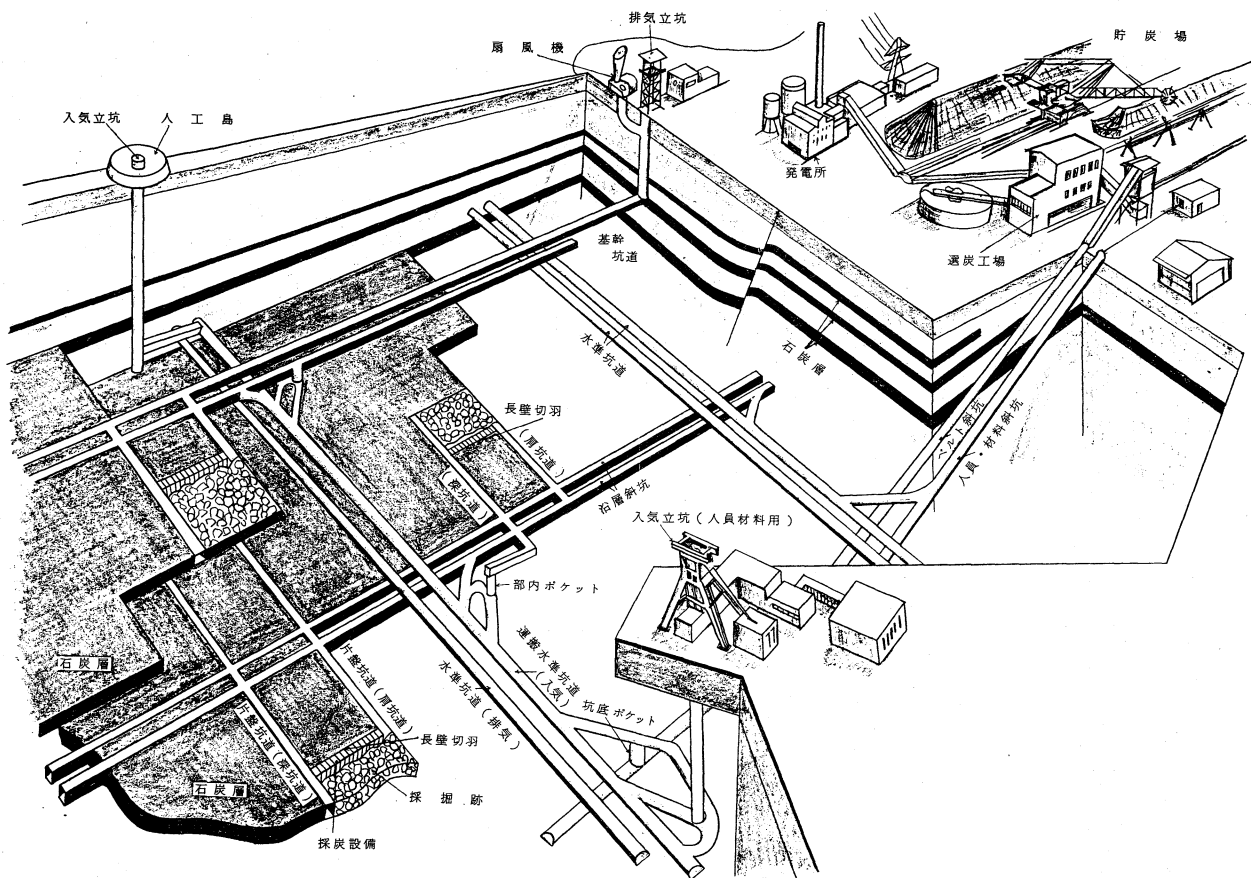
三井石炭鉱業(株)三池鉱業所は、四山鉱、三川鉱および有明鉱の三鉱を有し、年産約500万tの石炭を生産している。

当炭田の地層は、花崗岩または結晶片岩を基盤としたその多く

が砂岩からなる古第三紀層を主体として構成されている。この古第三紀層は、大牟田市の東北部の丘陵地に露頭し、西南方向に緩く傾斜し、海岸付近で低平な平野の下に入り、更に有明海底に広く発達している。平野部および海底下では粘土、砂層よりなる厚い第四紀層で覆われている。

現在の採掘区域は有明海底下であり、上から第2上層、上層および本層の三層を稼行している(第1図)。

1. 三井石炭鉱業株式会社三池鉱業所



第1図 炭鉱鳥かん図（海底下炭鉱の例）〔注〕三井鉱山海外開発(株)高口岳彦作〕

三池炭鉱で最深部を採掘している四山鉱では上層と本層を主として、一部上層下層を100 mから150 mの後退式長壁法で採掘している。上層と上層下層は稼行丈1.6 mから2.0 mの単層法として採掘しており、本層は稼行丈2.7 mから4.5 mの単層法およびスライシング法として採掘している。使用支保は全てシールド型自走枠で、切削機はダブルレンジング・ドラム・カッターである。

2. 深部移行に伴う地圧現象

四山鉱では昭和52年5月より上層西35卸部内の採掘を開始した。この部内は深度550 m以上で炭丈2.0 mから3.0 mで上盤、下盤とも硬い砂岩からなっている。断層は少なく、そのため片盤は長くとれて、一見採掘上好条件のフィールドであった。しかし採掘の進捗に伴って山はねに似た現象が発生するようになった。山はねに似た現象とは激しい音とともに、掘面の石炭が瞬時に破壊され飛散することである。時には下盤の隆起を伴う場合もある。これを三池炭鉱では“炭壁圧出”と呼び、音だけを“山鳴り”と称している。

上層に続いて昭和53年7月より、同部内の上層より約10 m下の層下層の採掘を開始したが、炭壁圧出現象はみられなかった。これは上層下層の採掘範囲が上層採掘区域の下であったために既に上層採掘により放圧されていたと考えられる。

昭和54年7月より上層より約60 m下の本層西35卸の採掘を開始した。ここでは上層の地山部の下および上層下層採掘跡の縁辺部の下で上層と同様の山鳴り、炭壁かえり等が発生した。炭壁面での現象としては上層の場合とほとんど変わらないが、第2図の柱状図にみられるように、炭層内に軟弱部分があり、下盤の起伏により炭丈に変化のある箇所、上層下層の採掘跡の縁辺部の下等で盤膨れを伴うこれら現象の回数が多くなった。

3. 現状の対策

550 m以深の採掘に当っては、特に応力の集中を極力避けるような採掘を行ない、また過去の炭壁圧出、山鳴り頻発箇所等より判断して、炭壁圧出現象の起こり易い地質および採掘条件を定め、警戒区域を設定し、重点的に前兆の把握および放圧の処置を実施する。

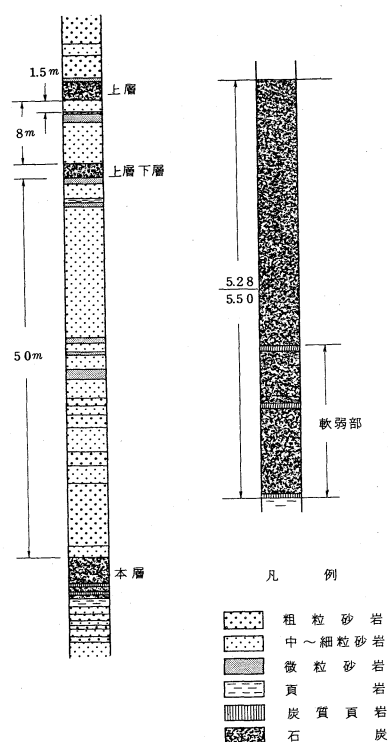
3-1 警戒区域の設定条件

(イ) 上層の場合

- ① 連続性の断層がなく上下盤が堅硬なところ。
- ② 下盤砂岩層の厚さが2 mから3 m以上のところ。
- ③ 片盤坑道の変形が認められないところ。
- ④ 炭層の膨縮のはげしいところ。
- ⑤ 隣接法で山鳴りが頻発したところ。
- ⑥ 断層、貫入岩が存在し山鳴り発生が頻発したところ。

地質柱状図

本層炭柱図



第2図 柱状図

□保 安 管 理

(ロ) 本層の場合

- ① 連続性の断層がなく天盤が堅硬なところ。
- ② 炭層の膨縮のはげしいところ。
- ③ 片盤坑道の変形の少ないところ。
- ④ 隣接払で山鳴りが頻発したところ。
- ⑤ 断層、貫入岩が存在し山鳴り発生頻繁なところ。
- ⑥ 累層採掘の関係で、上層および上層下層の採掘端より地山側50m、採掘跡側10mの区域の下

3・2 前兆の把握

(イ) 払内での変化把握

- ① テストボーリングを実施し、穿孔長、繰粉量および食い締め等の状況により応力集中域の接近を判定する。
- ② 自走枠の鉄柱内圧を測定する。
- ③ 山鳴りの頻度、大きさおよび位置等を記録する。
- ④ 炭壁の状況、焼付等を観察する。
- ⑤ 吊天の状況を調べる。
- ⑥ 本層のスライシングの上段払については下盤炭層の変化を調査する。

(ロ) 片盤での調査

- ① 払接近に伴う坑道の変形状況を観察する。
- ② 片盤よりの放圧ボーリング中の孔内音、繰粉量および食い締め等を測定する。

(ハ) 沿層掘進切羽での調査

- ① 掘進時の山鳴りの頻度と大きさの記録をする。
- ② テストボーリングを実施し、穿孔長、繰粉量および食い締め状況等を調査する。
- ③ 坑道の変形状況断層および山丈の変化等を観察し払採掘時の参考とする。

3・3 対策

(イ) 払管理の強化 払にはFSC-40-YY型の自走枠を設置しておりその枠の機能を十分発揮させるため、枠上の硬の排除、天井の付炭落しおよび立付圧の確保等をきめ細かに実施する。

払跡の天井が吊つて広くならないよう払両端で吊天落しの処置をする。また局部的に荷重が偏らないよう払面の直線化および規格天高の保持による枠の立て付け力の確保等基本的な払管理に力を入れる。

(ロ) 応力解放処置

① 放圧ボーリング(第3図) 山はね警戒区域では規則的に片盤坑道で払面より30mから60m先行して払側へ、坑道と直角な方向に孔径96mmの孔長50mのボーリングを10m間隔に実施し、必要に応じてその中間にも追加する。

穿孔作業と同時に孔長m当りの繰粉量、孔内音の回数と大きさおよびロッドの食い締め等を調査し、その状況により応力の状態を把握する。更に放圧ボーリングを追加して、払面がその位置にきた時の放圧発破および払の進行スピードの決定等の参考にしていく。

一般的に放圧ボーリングは単層払の場合二度使用坑道側からのみであるが、本層のスライシングの上段払は両片盤から実施している。

② 炭壁注水 放圧ボーリング孔を利用し圧力10kg/cm²で水を炭壁内に注入している。

これは炭層とその周辺岩盤間の摩擦や炭層の内部摩擦を減少させ、炭層内の応力の蓄積を減じ、危険な応力の集中を防ぐことをねらっている。

③ 放圧坑道 払の両片盤の他に払の中間に坑道(放圧坑道)を掘さくし、両片盤を入気、放圧坑道を排気として利用する。か

くすることで払長を長くすることによって温度上昇の防止を解決でき、また炭量に対する払進行スピードの抑制可能となる。

山はね対策としては坑道の両側に約10mにわたり自然にゆるみが生じ、放圧坑道の両側にこの放圧域があることで払面での応力集中域が狭くなる。

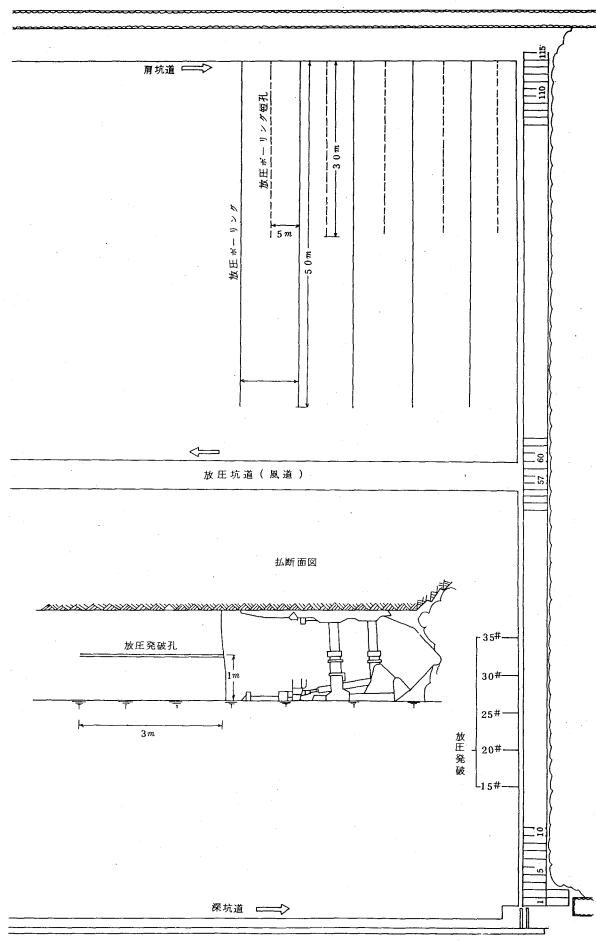
自然にゆるむ範囲は放圧ボーリングの孔内音が発生する位置から推測されており、実作業上要注意範囲が狭いことが対策実施を容易にさせる。

④ 放圧発破 炭壁圧出は払面の炭層が十分な強度を有し、応力集中域が払面に近づく等破壊の条件が満たれる時に起こる。

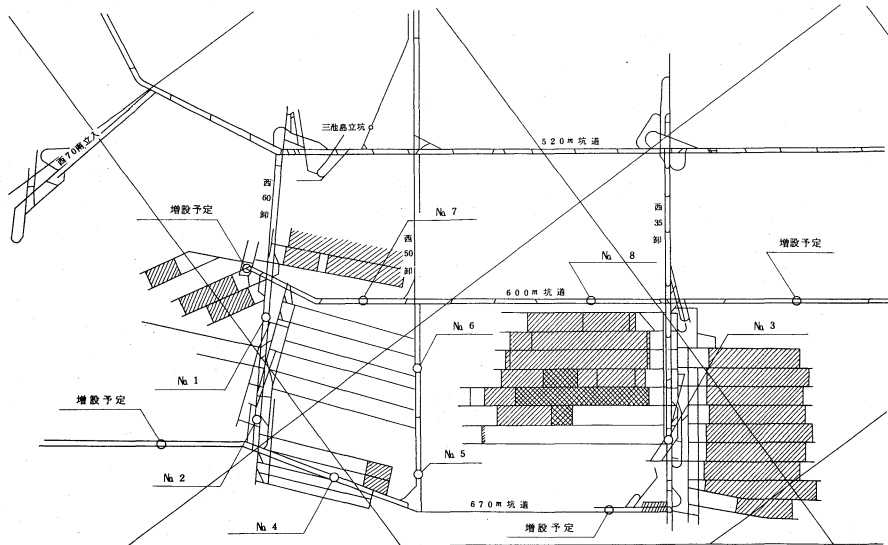
したがって、放圧発破は火薬の力により炭壁圧出等の形で払面で応力解放が起こらないよう前もって応力を解放することをねらっている。穿孔は上層の場合は水平に、本層の場合は下向きに払面より約3.0mの長さで5枠ないし2.5枠間隔に行ない、各孔にアイレマイト800gを装填し、瞬発電気雷管により爆発させて応力を解放する。

⑤ その他対策 炭壁圧出または山鳴りは大部分が切羽を稼働している時に起こる。実作業上はこれらの現象を判断するための使用可能な尺度と危険防止のための有効な対策を探ることが先決である。

したがって、警戒区域に該当する払においては鉱の責任者は前兆の把握に努め、その状況に応じて払の進行スピード、無人あるいは有人による監視のいずれかによつてカッティング方式、放圧発破後、カッティング後、ローディング後の各退避時間、放圧発破の規格、その他盤膨れ防止処置等を定め、実施している。



第3図 放圧ボーリング規格図(平面図)



第4図 地震計センサー位置図

また支保は上層関係ではパッチシステムで自動的に動く自走枠を導入し、無人化による災害防止の方向で努力している。

4. 今後の対策

現状では、警戒区域を設定し、応力解放の助長、切削と梓移設の無人化および退避等を行なうことにより実作業上支障はない。しかし山はね現象の発生が定量的に解析され、それによる予知がなされるまでには至っていない。

したがって、現在の対策で十分であるとはいえない。

現在、計測は四山鉦西35卸と西60卸で行なっている。AEと地震計により、人間の眼に見えないところの動き、エネルギーの蓄

積、応力の解放現象等を定量的につかみデータの蓄積によつて的確な情報で予知できるよう研究、計測を継続していく(第4図)。

圧出現象等はカッティング中ローデング中および放圧発破と同時に直後に大部分が発生するので、この間の払面作業をなお一層減少するよう切削、梓移設等の自動化を鋭意推し進める必要がある。

以上、現象を定量的に把握し、合理的に制御すること、圧出現象が万一発生しても人的な損傷がないよう対処したい。

5. 結 言

山はね現象対策の研究には、山はね現象の本質を見きわめる必要

がある。そこで優れた計測技術を駆使してこれに取り組む必要があり、社内関係者をはじめ石炭技術研究所、大学の研究室等のご協力を得て現象の定量的な把握に努め、さらに切羽設備の無人化をなお一層推進したい。

参 考 文 献

- 1) 木村 治・菅原勝彦・岡村 宏：三池炭鉱の炭壁圧出の特色とその原因の考察 — 炭層の山はねに関する研究(第1報) —, 日本鉱業会誌, Vol.96, No.1114, p.885, (1980)
- 2) 菅原勝彦・木村 治・尾原祐三・岡村 宏：長壁式採掘時の地山挙動解析と炭壁圧出機構 — 炭層の山はねに関する研究(第2報) — 日本鉱業会誌, Vol.97, No.1115, p.19, (1981)
- 3) 木村 治・菅原勝彦・岡村 宏：片盤坑道の天井沈下の特徴と炭壁圧出の関係 — 炭層の山はねに関する研究(第3報) —, 日本鉱業会誌, Vol.98, No.1116, p.89, (1981)

Preventives for Outbursts

by Tooru KURAHASHI

Yotsuyama Mine is one of the three mines in Miike Colliery. Retreating longwall mining system is exclusively employed and the mechanized faces are equipped with shield supports and a double ranging drum shearer. The working faces are developed in the Upper, Main and in the selected area of the Lower Split of the Upper Seam. In 1977, the mine experienced an extraordinary phenomenon in a face worked in the Upper Seam West 35th District where the cover of depth was 550 meters, the deepest cover of the colliery at that time. The phenomenon was very similar to outburst. Since then, mine has experienced such severe phenomena very often in the area especially where the seam is immediately covered with hard sandstone and/or the face is very close to the rib of or beneath the residual pillars. The mine, therefore, has established its own preventives tackling on the problem. This report presents the mine's overall preventives taken to keep the safety and the production.

〔4-4〕 地震計による山鳴り現象計測装置について

塩 島 宣 治¹

1. ま え が き

砂川鉱業所の地震計による計測は(財)石炭技術研究所の委託研究として昭和46年度に開始された。しかし昭和55年6月に石炭技研の処理、解析装置が幌内炭鉱へ移設されたため、山元ではペン

レコーダによる記録のみを行なっていた。

その後、水力採炭部内の深部移行に際する保安強化の一策として地震計による計測を充実することにし、信号伝送の精度向上と信号処理自動化に取り組んだ。

石炭技術研究所の設備は学術研究に対応した高級システムであったが山元計画は、収集データを現場で必要とする最小限、すなわち震源位置標定とマグニチュード算出の2点に絞って簡素化を

1. 三井石炭鉱業株式会社砂川鉱業所施設課長